دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دهم، شماره سی و سوم، ۱۳۹۷

اثرات باقیمانده سدیم کربنات آب آبیاری بر عملکرد و فعالیت نشانگرهای شیمیایی در ارقام جو پاییزه

محمدرضا دادنیا[۱]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۱٤ تاریخ پذیرش: ۹۵/٦/۸

چکیده

به منظور بررسی اثر باقیمانده سدیم کربنات آب آبیاری بر گیاه جو (*Hordeum vulgare*) و فعالیت نشانگرهای شیمیایی، طرحی به صورت کرت یکبارخرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج درسال ۱۳۹۲ اجرا شد. در این آزمایش ارقام جو شامل والفجر و ارس در کرت اصلی و تیمار آبیاری شامل مقادیر مختلف باقیمانده سدیم کربنات در آب آبیاری در چهار سطح (شاهد، ۱، ۲ و۳ میلی اکی والان بر لیتر) در کرت فرعی قرار گرفت. در این آزمایش صفاتی از قبیل عملکرد دانه، وزن هزار دانه و میزان نشانگرهای شیمیایی شامل مالون دی آلدئید، دی تیروزین و دی هیدروکسی گوآنوزین ارزیابی شد. بررسی نتایج نشان داد اختلاف معنی داری در تیمارهای سدیم کربنات آب آبیاری و عملکرد در سطح یک درصد وجود داشت به‌طوری‌که مقایسه میانگین تیمارها بیانگر کاهش ٤۱/۳ درصدی عملکرد دانه در مقادیر بالای سدیم کربنات نسبت به شاهد بود. نتایج نشان داد که سطح فعالیت نشانگرهای شیمیایی به شدت تحت تاثیر سدیم کربنات آب آبیاری بود و موجب افزایش آنها شد. به طورکلی، در این آزمایش رقم والفجر مقاوم تر به میزان بالاتر سدیم آب آبیاری شناخته شد. بر این اساس می توان از میزان نشانگرهای شیمیایی جهت گزینش ارقام مقاوم به شوری آب آبیاری استفاده کرد.

واژه های کلیدی: دی تیروزین، دی هیدروکسی گوآنوزین، شوری آب، مالون دی آلدئید

دادنیا، م.ر. ۱۳۹۷. اثرات باقیمانده سدیم کربنات آب آبیاری بر عملکرد و فعالیت نشانگرهای شیمیایی در ارقام جو پاییزه. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۳: ۲۳۱-۲۲۳.

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، پست الکترونیک: rezadadnia@yahoo.com

مقدمه

غلات از مهم ترین منابع تولیدات غـذایی بـرای انسـان و یـک منبع مهم در تغذیه دام و همچنین به عنوان ماده اولیه برخـی صـنایع، نقش اساسی در اقتصاد هر کشور ایفا می کند. در بین گیاهان زراعـی، جو از غلات مهم ایران و جهان بوده در کنار گندم، برنج و ذرت قرار می گیرد و بعنوان یکی از گیاهان اهلـی شـده اولیـه نقـش مهمـی در پیشرفت زندگی و تـامین غـذای بشـر دشـته و محصـولی اسـت کـه سازگاری نسبتاً وسیعی به شرایط اقلیمـی دارد (نجفیـان و همکـاران، ۱۳۹۲). جو یکی از چهار غله مهم در دنیا بوده و طبق آمار فائو، ایران با تولید سالیانه ۳/٤ میلیون تن و سطح زیر کشت یک میلیون و ۸۳٦ هزار هکتار در رده سیزدهم طبقه بندی کشورهای تولیـد کننـده ایـن محصول قرار می گیرد (فائو، ۲۰۱٤).

یکی از دلایل اصلی خسارت تنش های محیطی نظیر شوری بـر گیاهان، تولیـد انـواع رادیکـال‌هـای آزاد اکسـیژن اسـت (بیوچـات و همکاران، ۲۰۱٤). کلروپلاسـت و میتوکنـدری کـه دو محـل عمـده حضور چرخه های انتقال الکترون در سلول های گیـاهی مـی باشـند همواره در معرض خطر تولید گونه های اکسـیژن فعـال[1] قـرار دارنـد (بوهلر و همکاران، ۲۰۱۵ و حبیبی و همکاران، ۱۳۹۱). حضور گونه های فعال اکسیژن در محیط سلولی، سبب تخریب ماکرومولکول‌هـای عمده سلولی نظیر DNA، RNA و آنزیم‌های حیاتی شده و موجب خسارت اکسیداتیو می شود (هاریس و همکاران، ۲۰۱۵). تجمع ایـن رادیکال‌ها می‌تواند منجر بـه تـنش اکسـیداتیو شـده و باعـث تغییـر در فعالیت آنزیم ها، بیان ژن و آزادسازی کلسیم از ذخایر سلولی می‌گردد (مولر و همکاران، ۲۰۱۲). این رادیکال‌ها می‌تواننـد نقـش دوگانـه‌ای داشته باشند به طوری که از یک طرف باعث تخریب در سلول شده و از طرف دیگر خود به عنوان مولکول سیگنال باعث افـزایش غلظـت نشانگرهای شیمیایی در سلول شوند (مدریگال و همکـاران، ۲۰۱٤ و ایلیکـایی و همکـاران، ۱۳۹۲). جـدا شـدن و تخریـب رشـته هـای کروموزومی تحت تاثیر افزایش دی‌تیروزین[2] و دی‌هیدروکسی گوآنـوزین[3] در سلول صورت می گیرد (کپلر و همکاران، ۲۰۱۵). همچنـین یکـی از اثرات بارز رادیکال‌های آزاد اکسیژن بر سلول تخریـب غشـاء اسـت .بررسی غلظت مالون‌دی‌آلدئید[4] در بافت گیاهی می توانـد بیـانگر میـزان تخریب غشاء سلول باشد زیرا ایـن ترکیـب تحـت تـأثیر تخریـب و پراکسیده شـدن غشـاء سـلولی آزاد مـی شـود (زایـا او و همکـاران، ۲۰۱۵). نیتو و چن (۲۰۱۵) با بررسی واکنش سه رقم جـو بـه تـنش شوری دریافتند که شوری سبب تخریب غشاهای سلولی و افـزایش تولید مالون‌دی‌آلدئید شد و میزان آن در رقم حساس بیشتر از رقم مقـاوم بود.

آگکا و همکاران (۲۰۱٤) در جو گزارش کردند وجـود مقـادیر بالای سدیم در آب آبیاری سبب تولید تترا اتوکسـی پروپـان[5] بعنـوان پیش ماده مالون‌دی‌آلدئید و دی هیدروکسیل مندلیک اسید[6] بعنـوان پـیش ماده دی‌تیروزین و دی‌هیدروکسی گوآنوزین می شود. بتدریج با افزایش میزان سدیم‌کربنات در ناحیه ریزوسفر تحت تاثیر آب آبیاری شور زمینه بـرای کاهش عملکرد و افزایش اسیدیته محلول و در نتیجه تخریـب غشـاء بواسطه نشانگرها فراهم می شود (جینگ و همکاران، ۲۰۱۵) . آبیاری با آب شـور در خـاک‌هـای دارای pH بـالاتر از ۹ باعـث آزاد شـدن کمپلکس‌های کربنات پیوند شده با سدیم و منیزیم شـده و pH را بـه حدود ۱۰/۵ تا ۱۱ افزایش می‌دهد (کولجنر و همکاران، ۲۰۱۵). نتـایج لاس و صدیق (۲۰۱۱) نشان داد که افزایش سدیم‌کربنات در آب آبیاری از ۱ به ۲ میلی اکی والان بر لیتر موجب افزایش ۱۳/۷ درصـد سـدیم تبادلی[7] در محلول خاک گردید. افزایش میزان سدیم‌کربنات در محلـول خاک از طریق دفع آن توسط ریشـه گیـاه در اثـر آب آبیـاری باعـث تغییرات فزآینده در سیستم دفاعی در برابر تـنش خشـکی مـی شـود (زاهاریوا و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج پژوهش‌های دیگر در جـو نشـان می دهد که باقیمانده سـدیم کربنـات (RSC)[8] در آب آبیـاری تـاثیر معنی داری در کاهش مقاومت گیاه ایفا می کند به‌طـوری‌کـه اگـر RSC منفی شود یعنی کیفیت آب آبیاری بسیار بالاست ولـی اگـر بـالاتر از ۲/٦۵ میلی اکی والان بر لیتر باشد آن آب برای آبیاری توصیه نمی شود و تحت این شرایط میزان مالون‌دی‌آلدئید، دی‌تیروزین و دی‌هیدروکسـی گوآنـوزین افزایش می‌یابد (زوئر و همکاران، ۲۰۱۲ و دیمینگ و پایک، ۲۰۱۳).

هدف از انجام این تحقیـق بررسـی اثـرات اسـتفاده از مقـادیر مختلف سدیم کربنات در آب آبیاری بر عملکرد و فعالیـت برخـی از نشانگرهای شیمیایی در ارقام جو پاییزه می باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی باقیمانده سدیم‌کربنات آب آبیاری به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقـاتی دانشـگاه آزاد اسـلامی واحـد کـرج درسال ۱۳۹۲ اجرا شد. جهت تعیین ویژگی های شـیمیایی و فیزیکـی خاک قطعه آزمایش، قبل از کاشت از پـنج قسـمت از خـاک مزرعـه نمونه‌گیری انجام و پس از مخلوط کردن، نمونه مرکب به آزمایشگاه ارسال گردید. نتیجه بدست آمده از تجزیه خـاک در جـدول ۱ نشـان داده شده است.

1- Reactive Oxygen Species
2- Di Tyrosine (Di-Ty)
3- Di Hydroxy guanozinne (8-oH-dg)
4- Malondialdehyde (MDA)
5- Tetra ethoxy propane
6- Di hydroxyl mandelic acid
7 - Exchangeable Sodium Percentage
8 - Residual Sodium Carbonate

جدول۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

سدیم $mg.kg^{-1}$	منیزیم $mg.kg^{-1}$	کلسیم $mg.kg^{-1}$	بی کربنات $mg.kg^{-1}$	کربنات $mg.kg^{-1}$	پتاسیم $mg.kg^{-1}$	فسفر $mg.kg^{-1}$	نیتروژن (٪)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	pH	بافت خاک	عمق خاک
۰/۲۲	۱/۲٤	۱/۸۷	۳/۵۲	۰/۲۱	۱۲۲	۲/۹۷	۰/۰٦۲	۲/۳۱	۷/٤۱	رسی لومی	۰-۳۰

جدول ۲- میزان تغییر غلظت یون برای ایجاد مقادیر متفاوت سدیم کربنات در آب آبیاری

	$Ca\ meq\ lit^{-1}$	$Mg\ meq\ lit^{-1}$	$CO_3\ meq\ lit^{-1}$	$HCO_3\ meq\ lit^{-1}$
$RSC = ۱ meq\ lit^{-1}$	۲/۳۲	۱/٤٤	۰/٤۳	٤/۳۳
$RSC = ۲ meq\ lit^{-1}$	۱۳/۳۵	۳/۷۸	۲/۹۸	۱٦/۱۵
$RSC = ۳ meq\ lit^{-1}$	۲۵/۹	۸/۹٤	۵/۱۱	۳۲/۷۳

$$RSC = (CO_3 + HCO_3) _ (Ca + Mg)\ meq\ lit^{-1}$$

Ca = غلظت یون کلسیم CO_3 = غلظت یون کربنات

Mg = غلظت یون منیزیم HCO_3 = غلظت یون بیکربنات

در این آزمایش ارقام جو پاییزه شامل والفجر و ارس در کرت اصلی و تیمار آبیاری شامل مقادیر مختلف سدیم کربنات در آب آبیاری درچهار سطح (شاهد، ۱، ۲ و۳ میلی اکی والان بر لیتر) در کرت فرعی قرار گرفت و مساحت هر تکرار ۹۰ متر مربع و فاصله هر تکرار از یکدیگر تقریباً ۲ متر در نظر گرفته شد. ملاک محاسبه مقدار آب آبیاری برای هر کرت ۵۰۰۰ متر مکعب در هکتار در پنج مرتبه آبیاری با توجه به نیاز آبی جو اعمال شد (بیارد و همکاران، ۲۰۱۲). سپس با استفاده از مساحت هر کرت (۱۵ متر مربع) مقدار آب مورد استفاده برای هر کرت در هر بار آبیاری ۱/۵ متر مکعب در نظر گرفته شد. تعداد خط در هر کرت برای هر تیمار پنج به طول ٦ متر و فاصله ۲۰ سانتی متر و عمق بذر برای کاشت ۳ سانتی متر در نظر گرفته شد. تراکم نهایی به میزان ۲۵۰ بوته در متر مربع تنظیم و کود اوره در دو مرحله (کود سرک اول در اواخر پنجه زنی و همزمان با اوایل ساقه رفتن و کود سرک دوم نیز در مرحله سنبله رفتن) بر مبنای ۱۰۰ کیلوگرم خالص در هکتار از منبع دی آمونیوم فسفات، به صورت دستپاش پخش گردید و فسفر هم از منبع تریپل سوپرفسفات به میزان نیتروژن قبل از کاشت به محلول خاک به تیمارهای مختلف اضافه شد. آبیاری اول پس از کاشت بصورت نرمال انجام و آبیاری های بعدی با آب شور بر اساس مقادیر سدیم کربنات آب آبیاری (جدول ۲) انجام شد. کاشت بصورت خطی در۱۰ مهرماه انجام و عملیات برداشت نهایی برای کلیه تیمارها زمانی صورت گرفت که تمام سنبله های هر کرت به رنگ زرد در آمدند (۱۰ تیر ماه). جهت تعیین وزن دانه پس از جمع آوری دانه ها، از هر کرت دو نمونه ۵۰۰ تایی انتخاب و توزین و زمانی که اختلاف وزن آنها کمتر از پنج درصد بود، با استفاده از ترازوی دقیق الکترونیکی با دقت ۰/۰۰۱ گرم، مجموع وزن آنها به عنوان وزن هزار دانه در نظر گرفته شد. در مرحله آخر پس از برداشت تمام اندام های هوایی گیاه از مساحت یک مترمربع دانه ها جدا و عملکرد دانه بر حسب تن در هکتار توزین گردید.

برای ارزیابی باقیمانده سدیم کربنات آب آبیاری (RSC)[1] پس از تجزیه آب در آزمایشگاه این فاکتور از طریق رابطه زیر بر اساس میلی اکی والان بر لیتر محاسبه شد. برای ایجاد شوری متفاوت غلظت های کلسیم، منیزیم، کربنات و بیکربنات در آب آبیاری تغییر داده می شد (جدول ۲).

1 - Residual Sodium Carbonate

ارزیابی نشانگرهای شیمیایی مالون دی آلدئید (MDA) و دی تیروزین (Di Ty)

برای ارزیابی نشانگرها پس از شستشوی برگ‌ها (۵۰۰ گرم برگ برای هر تیمار) در اوایل ظهور سنبله (۸۵ روز بعد از کاشت)، بلافاصله آنها را در بافر فسفات تریس ۰/۱٦ مولار با pH =۷/۵ وارد و یکنواخت نموده و سپس مقدار ۰/۵ میلی لیتر از محلول برای سنجش پروتئین با روش استیون و سیدنی (۲۰۰٦) برداشته و در این روش میزان فعالیت بر اساس واکنش به مایع کروماتوگرافی ارزیابی شد. بافر زمینه برای کار حاوی تریس کلریدریک اسید با pH =۷/۲ ، ۰/۲ میلی مول بر لیتر سدیم دی سدیک و ۰/۲ میلی مول بر لیتر آسکوربات بود. یک واحد فعالیت مالون دی آلدئید و دی تیروزین معادل مقدار آنزیمی که بتواند یک میکرو مول از سوبسترا را در یک دقیقه کاتالیز کند بر اساس نانومول بر میلی گرم پروتئین برگ در نظر گرفته شد و برای ارزیابی دی هیدروکسی گوآنوزین پس از استخراج پروتئین توسط روش استیون و سیدنی (۲۰۰٦) میزان فعالیت بر اساس روش بوگدانو و بیکال (۱۹۹۹) از طریق ستون کربن بر پایه LCEC انجام و بصورت نانومول بر میلی‌گرم پروتئین برگ ارزیابی شد.

جمع آوری داده‌ها و تجزیه واریانس کلیه صفات مورد بررسی بوسیله نرم افزار SAS (ویرایش ۹/۱) انجام شد و میانگین داده‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج وبحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر باقیمانده سدیم کربنات آب آبیاری بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه و نشانگرهای شیمیایی درسطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول۳). معنی‌دار شدن (در سطح ۱٪) نیز ناشی از اثر سدیم بر صفات مورد بررسی درسطوح مختلف بوده ضمن اینکه بخشی از آن به دلیل معنی‌دار شدن اثرات متقابل است (جدول۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده در شرایط تنش سدیم و غیر تنش.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		دی هیدروکسی گوآنوزین (نانومول بر میلی گرم پروتئین برگ)	دی تیروزین (نانومول بر میلی گرم پروتئین برگ)	مالون دی آلدئید (نانومول بر میلی گرم پروتئین برگ)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
تکرار	۳	^{ns}۰/۹۷۹	^{ns}۰/۷٤٤	^{ns}۰/۸۷۱	^{ns}۰/٦۳۷	^{ns}۰/۹۵۵
رقم (V)	۱	**٤۳٦۵۱۲	**٦۸۷۵۷۱	**۱۲۲۵۳٦	**٤٤۵۱۷۱	**٦۳۱۸۲۹
خطا	۳	٦۳/۹۱	۱۲/۷۵	۵/۰۵	٤۷/۵۲	۱۰/۱۵
سدیم کربنات آب آبیاری (S)	۳	**۹۵٤٤۷	**۲۹۹/۸۵	**۳۲۳۵۷	**۵۲۱٤٤	**۷٦۵۲۱
برهمکنش VS	۳	**۳۵٦/۸۲	**۲۰۱/٤٤	**۲٤۲٦۱	**۳۷۲۷٦	**٤۳۲۵۵
خطا	۱۸	٤۸/۰٦	۹/۹۱	٤/۳٦	۲۹/۷۷	۸/۸۹
ضریب تغییرات ٪		۷/۷۲	٦/۱۵	٤/۸۸	٦/٦۷	۵/۳٦

ns و**: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۱٪

مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد رقم والفجر در تیمار شاهد و حداکثر میزان شوری آب آبیاری به ترتیب با میانگین۳/۸۲۵ و ۲/۲٤٦ تن در هکتار بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول ٤). غلظت سدیم‌کربنات در آب آبیاری باعث کاهش ٤۱/۳ درصدی عملکرد در رقم والفجر و ٤۱/۱۹ درصدی عملکرد در رقم ارس شد (جدول ٤). نتایج حاصل از اکثر مطالعات انجام گرفته بر روی رشد جو و میزان سدیم‌کربنات آب آبیاری حاکی از کاهش رشد رویشی و زایشی در این گیاه است زیرا سدیم قادر است به غشای سلول در شرایط تنش آسیب وارد کرده و انتقال مواد فتوسنتزی را محدود کند و کاهش عملکرد دانه در این شرایط عمدتا به همین عامل مربوط می شود (ماری و ریشنر، ۲۰۱٤ وحبیبی و همکاران، ۱۳۹۱). مشخص شده که عملکرد دانه در شوری می تواند شاخص مناسبی جهت بررسی ژنوتیپ‌های جو باشد (کاساس و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج بدست آمده نشان می دهد که تغییرات عملکرد دانه هم‌جهت با

میزان سدیم در آب آبیاری انجام و این میزان کـاهش در تیمـار S_1نسبت به S_3 کمتر دیده شد (جدول ٤).

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × باقیمانده سدیم‌کربنات آب آبیاری بر صفات مورد مطالعه جو

غلظت سدیم کربنات آب آبیاری	رقم	عملکرد دانه (تن در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	مالون دی آلدئید (نانومول بر میلی گرم پروتئین برگ)	دی تیروزین (نانومول بر میلی گرم پروتئین برگ)	دی هیدروکسی گوآنوزین (نانومول بر میلی گرم پروتئین برگ)
شاهد	والفجر	۳/۸۲۵a	٤٤/٥۲a	۱۲/۲٤٤d	۱/٤۲۷d	۱/٤۸۲d
	ارس	۳/۲٥٦b	۳۸/٤۱b	۱۳/٦۹۸c	۲/۷۹۹c	۲/۷٤٥c
۱ میلی اکی والان بر لیتر	والفجر	۳/۳۱٤b	۳۷/۱۱b	۱۳/۳٥٦c	۲/۷٤۳c	۲/٦۷۱c
S_1	ارس	۲/۹٤۷bc	۳۳/٤٥bc	۱٤/٥۱۲bc	۳/۳۰۱bc	۳/۳٥٦bc
۲ میلی اکی والان بر لیتر	والفجر	۲/٥۸٥c	۲۹/۰٥c	۱٤/٦٤٦bc	۳/۳۳٥bc	۳/٤۰۳bc
S_2	ارس	۲/۱۱٦cd	۲٤/۹۲cd	۱٥/۸۳۳a	٤/۰۹٥a	٤/۳۰۱a
۳ میلی اکی والان بر لیتر	والفجر	۲/۲٤٦cd	۲۳/۷۸cd	۱٥/٥۱۳b	۳/۹۸۷ab	۳/۸۹۹ab
S_3	ارس	۱/۹۱٥d	۱۹/٤۱d	۱۷/۲٥٥a	٤/۷۸٥A	٤/۹٤٥A

حروف غیر مشترک نشان دهنده اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد می باشند

براساس نتایج به دست آمده حداقل عملکرد دانه مربوط به رقم ارس به میزان ۱/۹۱٥ تن در هکتار بود که از تیمـار ۳ میلـی اکی والان بر لیتر باقیمانده سدیم‌کربنات آب آبیاری به دست آمـد. این عملکرد پایین مربوط به کاهش نسبی وزن دانه‌ها بود. در یک بررسی اثر غلظت شـوری آب آبیـاری در مرحلـه گـل دهـی بـر فاکتورهای متابولیکی (تبدیل دهیدروژناز به ترانس آمیناز و سپس تیروزین) در رابطه با پتانسیل عملکرد جـو نتـایج نشـان داد کـه غلظت سمی سدیم به طور معنی داری عملکرد دانه را کاهش داد (خاتون و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین در این راسـتا مـی تـوان بـه کاهش وزن هزار دانه از ٥/۲۷ گرم در والفجـر بـه ٥/٥۱ گـرم در ارس در تیمارهای S_2 و S_3 اشاره کرد (جدول ٤).

همان طور که در جدول ٤ مشاهده می گردد تیمار S_3 تأثیر بیشتری در کاهش وزن هزار دانه نسبت به شاهد داشته است. به طوریکه وزن هزار دانه در شاهد در رقم والفجر ٤٤/٥۲ و در ارس ۳۸/٤۱ گرم بود. وزن هزار دانه در تیمار S_1، ۹/۸۷ درصد، درتیمار S_2، ۱٤/۲۲ درصد و در تیمار S_3، ۱۸/۳۸ در رقم والفجر نسبت به ارس بیشتر بود (جدول ٤). پس می توان گفت که اثر متقابل رقم و سدیم در آب آبیاری میزان نشانگرهای شیمیایی را افزایش داده است.

بنابراین اختلاف در وزن هزاردانه برای تیمارهای S_1 تا S_3 به اندازه اختلاف در عملکرد دانه نبوده اسـت بـه عبـارت دیگـر افزایش در وزن هزار دانه تا حدودی جبران کننده کاهش عملکرد دانه می باشد.پس می‌توان نتیجه گرفت آنچه که به عنـوان عامـل تعیین کننده موجب برتری رقـم در عملکـرد دانـه شـد، افـزایش متوسط وزن هزاردانه بود. اختلاف بـین حـداکثر و حـداقل وزن هزاردانه حاصله در آزمایش تنها ۱۷/۷ گرم (S_1 تـا S_3) اسـت اما همین میزان تأثیر قابل توجهی در عملکرد نهایی گیـاه داشـت (جدول ٤). بدین ترتیب به نظر می رسد که اثر متقابـل سـدیم و رقم، سازگاری بیشتری را نسبت به شرایط شوری در گیاه ایجـاد می کند.

مطالعات نشان می دهنـد افـزایش سـدیم قابـل دسـترس در محلول خاک از۰/۳ به ۰/٤٥ میلی‌گرم بر کیلـوگرم محلـول خـاک موجب کاهش دو برابری در انباشتگی کربوهیدرات‌هـای محلـول در برگ می شود و نقش مهم این ترکیبات را در ایجـاد مقاومـت به میزان‌سدیم‌درآب‌آبیاری اثبات می‌کند (دلیـزی و همکـاران، ۲۰۱٤).

به این ترتیب سدیم قادر است از رشد طولی ریشه جهت حفظ تعادل آبی در ریزوسفر مؤثر باشد. به نظر می‌رسد افزایش عملکرد ناشی ازکاهش میزان سدیم‌کربنات آب آبیاری به علت افزایش در اجزای عملکرد به خصوص وزن دانه ها بوده است (جدول٤). کاهش وزن دانه در ارقام مورد مطالعه تحت شرایط تنش سدیم در نزدیک به مرحله برداشت بیشتر بود به طوریکه پر شدن دانه به طور مستقیم تحت تاثیر سدیم قرار گرفت. رقم والفجر قدرت بازیابی بیشتر نسبت به ارس داشت. از این رو با بازیابی بیشتر در مرحله رشد زایشی توانست وزن دانه بیشتری را در شرایط تنش تولید کند. به عبارت دیگر، سدیم شانس کمتری به گیاه برای تولید دانه داد و وزن دانه بالاتر در والفجر تا حدودی تحت تاثیر رقم بود.

بر اساس نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین در شرایط تنش سدیم در تیمار های (S_1 تا S_3) میزان مالون دی آلدئید در رقم والفجر ۱۳/۹۱ درصد و در رقم ارس ۱۵/۹درصد افزایش، میزان دی تیروزین در رقم والفجر ۳۱/۲۱ درصد و در رقم ارس ۳۱/۰۲ درصد افزایش و میزان دی هیدروکسی گوآنوزین در رقم والفجر ۳۱/۵۰ درصد و در رقم ارس ۳۲/۱٤ درصد بود (جدول ٤).

در این تحقیق دلیل افزایش نشانگرهای شیمیایی در برگ را می توان به اثر سدیم و کاهش جذب آب و املاح توسط ریشه نسبت داد. این وضعیت موجب از بین رفتن اندام های زایشی و در نتیجه افزایش آسیب پذیری برگ در شرایط تنش سدیم گردید. در یک بررسی اثر تیمارهای سدیم در آب آبیاری بر روی عملکرد ارقام جو مشاهده شد که فعالیت نشانگرهای شیمیایی افزایش یافت ولی رقم به عنوان یک عامل جبران کننده در این راستا تلقی می گردد (شیمادا و همکاران، ۲۰۱۵).

جلوگیری از فرآیندهایی نظیر تنظیم اسمزی، محافظت از ماکرومولکول‌های سلولی، ذخیره نیتروژن، ثابت نگه داشتن pH سلول، سمیت‌زدایی سلول‌ها و مهار رادیکال آزاد اکسیژن[1] جزو اعمال پیشنهادی برای تجمع نشانگرهای شیمیایی تحت شرایط تنش‌های محیطی محسوب می شوند (تاریکو و همکاران، ۲۰۱٤ و نجفیان و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین سدیم، اکسیداسیون فسفولیپیدها و پروتئین‌ها را در غشای سلولی افزایش می‌دهد که نتیجتا اثر تخریبی رادیکال آزاد اکسیژن را افزایش داده و منجر به کاهش مقدار پروتئین می‌شود (میلر و اسمیت، ۲۰۱۲). به علاوه پاسخ به سمیت سدیم منجر به اثر آن بر متابولیسم گیاه شده و در پاسخ سازگاری گیاه به تنش شوری نقش بازی می‌کند به این صورت که پروتئین ها به وسیله اتصال به سدیم باعث کاهش دخالت این عنصر و افزایش فعالیت نشانگرها در متابولیسم گیاه در شرایط تنش شده و در نتیجه سبب سازگاری بیشتر گیاه به تنش در غلظت‌های بالاتر از ۲ میلی اکی والان بر لیتر سدیم در آب آبیاری می شوند (فیسینین و سورای، ۲۰۱۳). بنابراین تغییرات در صفات مورد مطالعه تحت تاثیر غلظت‌های متفاوت سدیم در آب آبیاری در این تحقیق ناشی از عوامل ذکر شده می باشد (جدول ٤).

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش باقیمانده سدیم‌کربنات در آب آبیاری می تواند تأثیرات مخرب روی گیاه داشته باشد. ادامه آبیاری زمین با آبهای شور به عنوان یک محرک قوی جهت افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن و در نتیجه افزایش میزان نشانگرهای شیمیایی تلقی می گردد. به‌طوری‌که افزایش این فاکتور از ۱ به ۳ میلی اکی والان بر لیتر سبب کاهش عملکرد و وزن دانه و افزایش معنی دار مالون دی آلدئید، دی تیروزین و دی هیدروکسی گوآنوزین شد.

1 - Oxygen Free Radicals

منابع

ایلیکایی، م. ن.، د. حبیبی، ف. پاک نژاد و د. فتح الله طالقانی. ۱۳۹۲. اثرات آب آبیاری شور بر مارکرهای شیمیایی در ارقام مختلف جو. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. ٦ (۲): ۳۹-۳۰.

حبیبی، د.، س. عروج نیا و ع. ر. پازکی.۱۳۹۱. بررسی تغییرات گونه های اکسیژن فعال و عملکرد در ژنوتیپ‌های مختلف جو تحت شرایط تنش شوری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۸ (۵): ۵۵-٤٤.

نجفیان، گ.، م. جلالی کمالی و ج. عظیمیان. ۱۳۹۲. اثر شوری بر ارقام تجاری جو کشت شده در ایران. نشر آموزش کشاورزی. مجله آموزش و تحقیقات کشاورزی. ۳ (٦): ۷۹-٦۷.

Agca, C.A., M. Tuzcu and K. Sahin. 2014. Sodium of irrigation water via regulating malon dialdehyde and signaling in barley. J. Chem. Toxicol. 68: 155-166.

Beuchat, L.R., F. Fanning and H. Kuile. 2013. Reactive oxygen activity concern as vehicles of environmental stresses. J. Crop Protec. 75(3): 202-214.

Biard, C., D. Gil, F. Karadas and C.N. Spottiswoode. 2012. Maternal effects mediated by irrigation water and the evolution of dehydration signals in barley. Natural J. 69: 538-548.

Bogdanov, M.F. and M.B. Bical. 1999. A carbon column based LCEC approach to routine 8-oH-dg measurements in biological matrices. Free Radical Medical. 27: 643-666.

Buhler, A.G., D.R. Heldman and B.P. Marks. 2015. Evaluation of salt stress in controlling reactive oxygen on barley. Apply Crop Stress. 52(3): 478-501.

Casas-Grajales, S., and P. Muriel. Chemical markers in response to saline soils in barley genotypes. World J. Chem. Stress. 8: 166-175.

Couloigner, F., M. Jlali, and P.A. Geraert. 2015. Sodium deposition kinetics of different saline water sources in barley. Water Sci. 75: 314-322.

Deeming, D.C. and T.W. Pike. 2013. Barley growth and markers provision in saline soils. Biol.Chem. 10(4): 550-561.

Delezie, E., M. Rovers, A. Vander, A. Ruttens and L. Segers. 2014. Comparing responses to different sodium sources and dosages of carbohydrates in soils. Soil Sci. 93: 215-223.

FAO. 2014. Classiffication of cereal zones in the world pp.43-60.

Fisinin, V.I. and P.F. Surai. 2013. Immunity in sodium banding with proteins: from theory to practical aspects of markers destruction. Russian Sci Biol. 16: 127-136.

Harris, L.J., A.R.Uesugi, S. Abd and K.L. McCarthy. 2015. Oxidative damage on barley kernels in saline water treatments. Food Res. 46 (3): 760-772.

Jing, C.L., Dong, X.F. and J.M. Tong. 2015. Comparative study of saline water on malon dialdehyde activity and sodium status in barley. Chemical Sci. 75: 740-751.

Keppler, S., S. Bakalis, C.E. Leadley and P.J. Fryer. 2015. A systematic study of chemical markers in a vibrating apparatus used for saline processing in barley. Innov. Food Sci. 48: 334-343.

Khatoon, A., M. Zargham Khan, A. Khan and I. Javed. 2013. Destruction of RNA induced toxic effects by sodium and 8-oH-dg. J. Toxicol. 9: 78-91.

Loss, S. P. and K. H. M. Siddique. 2011. Morphological and physiological traits associate with CaSo4 in solonetz soils. Adv. Agron. 301: 881-889.

Madrigal-Santill, E., E. Madrigal-Bujaidar and I. Sumaya. 2014. Review of markers with protective effects in barley. World J. Chem. 19: 189-205.

Marri, V. and H. Richner. 2014. Sodium carbonate role on markers in barley. Oecologia. 169: 445-452.

Miller, T. and P. Smith. 2012. Effects of sodium on genes of malondialdehyde in response to water deficit stress. Plant Physiol. 514: 335-350.

Müller, W., J. Vergauwen, M. Eens and J.D. Blount. Environmental effect the shape of oxygen transfer in barley tissues. Front Biol. 12: 849-861.

Neetoo, H. and H. Chen. 2011. Individual and combined application of saline water with high hydrostatic pressure to activate markers on barley seeds. Food Microbiol. 28(1): 119-127.

Shimada, K., C.J. Jong and S.W. Schaffer. 2015. Role of ROS production and sodium in markers activity of barley. Adv. Medical Biol. 579: 188-197.

Steven, H. and M.H. Sidney. 2006. Markers as measured by liquid chromatography separation of malondialdehyde tiobarbituric acid. Eline Chem. 145: 546-562.

Tarique, T.M., S. Yang, Z. Mohsina and G. Chen. 2014. Identification of genes in regulatory mechanism of markers in barley. Genetic Res. 27: 498-509.

Xiao, X., D. Yuan, Y.X. Wang and X.A. Zhan. 2015. The effects of sources of different maternal sodium of soil on malondialdehyde stressed in barley. Biol. Trace Res. 25: 602-615.

Zaharieva, T. B., Y. Gogorcena and J. Abadía. 2011. Dynamics of metabolic responses to sulphate and sodium carbonate in cereals. Plant Sci. 25: 613–623.

Zwer, P.K. and B. Klepper. 2012. Markers activity due to sulphate, carbonate and P in crops. Crop Sci. 210: 1905-1911.

The residual effects of sodium carbonate of irrigation water on yield and chemical markers activity in autumn barley cultivars

M. Dadnia[1]

Received: 2016-4-2 Accepted: 2016-8-28

Abstract

To evaluate the residual effects of sodium carbonate of irrigation water on barley (*Hordeum vulgare*) and chemical markers activity, an experiment was carried out in research field of Karaj Islamic Azad University in 2013 with split plot based on Completely randomize blocks design with four replications. In this experiment barely cultivars including Valfajr and Aras were in main plot and different rates of sodium carbonate of irrigation water in four levels (control,1, 2 and 3 meq lit^{-1}) were in sub plot. In this experiment the traits such as grain yield, 1000 seed weight and the rate of chemical markers such as malondialdehyde, di tyrosine and di hydroxy guanosine were assayed. The results showed that there was significant difference between sodium carbonate of irrigation water and cultivar treatments at 1% level also mean comparison represent decreased about 41.3% of grain yield with affected by high rates of sodium carbonate in comparison with control. The results also revealed that the level activity of chemical markers was highly affected by sodium carbonate of irrigation water and caused increasing them. In general, Valfajr identified as more resistant cultivar to sodium of irrigation water. Moreover, the rate of chemical markers can be used in selected resistant cultivars to salinity of irrigation water.

Keywords: Di hydroxy guanosine, di tyrosine, malondialdehyde, salinity of water

1- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran